

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59—198724

⑤ Int. Cl.³
H 01 L 21/314

識別記号

庁内整理番号
7739—5F

⑬ 公開 昭和59年(1984)11月10日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 3 頁)

⑭ 絶縁被膜の形成方法

川崎市幸区小向東芝町1 東京芝
浦電気株式会社総合研究所内

⑮ 特 願 昭58—72106

⑰ 出 願 人 株式会社東芝

⑯ 出 願 昭58(1983)4月26日

川崎市幸区堀川町72番地

⑱ 発 明 者 井上知泰

⑲ 代 理 人 弁理士 則近憲佑 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

絶縁被膜の形成方法

2. 特許請求の範囲

所望の絶縁膜の各構成元素に対応した、一部または全部がイオン化した原子またはイオンのビームを基体上に入射させて該絶縁膜を形成し、その際、基体に流れる電流の瞬時強度または積分強度が一定となる様、各ビーム強度を制御することを特徴とする絶縁被膜の形成方法。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の属する技術分野〕

この発明は半導体工業、光学部品工業等の分野で必要とされる基体上に良質な絶縁被膜を形成する方法に関する。

〔従来技術とその問題点〕

半導体工業では、種々の目的に絶縁被膜(主として、 SiO_2 、 Si_3N_4 、 Al_2O_3 等)を利用しており、その被膜形成法として、CVD法(Chemical Vapor Deposition)、プラズマCVD法、スパッタリン

グ法等が用いられて来た。そこで形成される被膜の構造は通常非晶質又は多結晶である。また被膜の密度、組成、純度等を高精度に制御する事が難しい。

一般に、CVD法やスパッタリング法で形成した被膜の密度は、バルクのそれよりも小さく、密性に欠け、内部欠陥が多い。CVD法では反応ガス分圧の制御が難しいため、またスパッタリング法ではターゲット構成元素の付着効率が元素毎に異なるため、形成する被膜の組成を高度に制御する事が困難である。さらに、CVDやスパッタリングでは、装置内の不純物ガス分圧が高い事、原料ガス系の純度低下等により、形成する被膜内に不純物が混入する事を防ぐ事が困難である。

また、結晶性基体上に被膜をエピタキシャル成長させる場合、所謂エピタキシ温度以上に、基板を加熱し、付着する絶縁物を基板の結晶格子点と整合する位置に配置させる必要がある。一般に、高融点絶縁物のエピタキシ温度は高温であり、基板材料の融点が高い場合には、それ以上に基板

温度を上げる事はできず、基板と堆積させる物質の組合せによつては、エピタキシャル成長が著しく困難となる。例えば、シリコン単結晶基板上に Al_2O_3 や SiO_2 等を成長させる場合がこれにあたる。その際には、特別の工夫によりエピタキシ温度をシリコンの融点より低くする必要がある、その技術は、未だ充分に確立されていない。

〔発明の目的〕

この発明は上述した従来の方法の欠点を改良したもので、絶縁被膜を高密度、高純度かつ制御された組成に形成することができる方法を提供するものである。

〔発明の概要〕

この発明は、絶縁被膜の構成元素を各元素毎にイオン化し、それらのビームを基板表面上に照射することにより、該表面上で各イオン同志が反応して絶縁物を形成する絶縁被膜の形成方法である。ここで、イオン自身のもつ運動エネルギーとイオンの反応エネルギーにより低い基板温度にて、良好な特性の絶縁膜を形成する事ができる。

本発明の実施例を図面を用いながら説明する。図は、この例で用いられた絶縁膜形成装置の断面図である。形成する絶縁物の構成元素毎に、イオンビーム源 111 ~ 113 を設け、それらの周囲には不要な蒸発物や不純物ガス分子を捕獲するための液体窒素シュラウド 2 が配置されている。3 はイオン化セル、4 は基板、5 はヒータ、6 は基板ホルダーである。

イオンビーム源 111 ~ 113 は、原料がアルミニウム、マグネシウム等の比較的低融点の固体の場合には、窒化ホウ素製のルツボ内に原料を充填し、周囲を抵抗加熱する事によつて、蒸発させ、蒸発原子、或は原子団をイオン化室でイオン化し、電界により加速、収束させてイオンビームを作る。

また、シリコン、ホウ素、ジルコニウム等の高融点な固体材料の場合には、電子ビーム加熱による蒸発源（所謂 EB - ガン）を用いて、上記と同様な方法でイオンビームを作る。

一方、酸素、窒素等の気体の場合は、気体をイオン化室に $10^{-3} \sim 10^{-5}$ Torr 程度の圧力に導入し、

所望の絶縁膜の構成元素全てのイオンビーム源を用意し、それらの方向は、基板表面に向けておく。イオン化には電子衝撃、プラズマ応用、放電応用等の手段によりイオンビーム源側で行なう。

また、2 成分系の絶縁膜形成の場合、互に異なる荷電のイオンビームを用い、基板電流或は基板電位を制御することにより、形成する膜の組成を制御することができる。

〔発明の効果〕

本発明により、従来技術では得られない、高密度で、高純度で、高度に組成を制御された絶縁被膜を形成することができる。また、絶縁膜の形成温度を低くすることができ、半導体工業に於ては、製造工程の低温化に貢献できる。光学部品工業に於ては被膜の屈折率等の光学的特性を高精度に制御することができる。

また、従来技術では、極めて困難であつた、結晶性基板上への絶縁膜のエピタキシャル成長を容易に行うことができる。

〔発明の実施例〕

該気体を高周波プラズマにより電離し、それを電界により加速、収束させる。

本実施例ではジルコン (Zr^{2+}) イオンと酸素 (O^-) イオンを使つて、(100)Si 基板上に ZrO_2 を 5000Å の厚さに堆積させた。この場合、基板を電気的に浮かせて基板電流をモニタし、電流値が零となる様、双方のイオンビームの強度を調整した。 $Zr^{2+} + 2O^- \rightarrow ZrO_2$ となり、電気的に中和される過程であるので、この基板電流制御により、形成する被膜の組成を完全に化学量論比のものとする事ができた。この膜の密度は $5.47 (g/cm^3)$ であり、 ZrO_2 パルクのそれとほぼ一致した。 Zr^{2+} および O^- イオンビームの加速電圧は、800V であつた。

基板温度 $\sim 700^\circ C$ で形成した被膜では、 ZrO_2 膜は下地 (100)Si 基板に対し、エピタキシャル成長した。エピタキシャル成長の下限温度は約 $600^\circ C$ 程度であつた。

Zr^{2+} イオンビームの代りに、 Si^+ イオンビームを使うと、 SiO_2 膜を形成することもできた。この場合、 $Si^+ + 2O^- \rightarrow SiO_2 + e$ の反応を使うので、

SiO_2 1 分子形成当り、負電荷が蓄積する。従つて被膜組成を制御するには基板電流を積分し、その積分値を形成する被膜の厚さ、面積、密度に鑑みて、適正な値となる様にしなければならない。

$$\int i dt = 1.6 \times 10^{-19} \times S \cdot d \cdot \rho \quad (1)$$

その基本式は、(1)式で与えられる。ここで i は基板電流、 S は基板の面積、 d は被膜の厚さ、 ρ は被膜の密度 (molecules/cm) である。この様な制御方式では前記 ZrO_2 形成の場合でも Zr の 1 価イオン Zr^+ を用いる場合にも当てはまる。 Zr イオン中に 1 価イオンと多価イオンが混在しているときは、その効果を補正しなければならない事は自明である。その場合は、各荷電イオンの比を予め測定しておき、その逆数の重みで(1)式を適用した和を用いる。そして、その値を膜の形成速度に対し一定値となる様に入射ビーム強度を制御すれば良い。

[発明の他の実施例]

前記実施例では、 ZrO_2 と SiO_2 の形成について述べたが、他の酸化物絶縁被膜、例えば、 Al_2O_3 、

YO , CeO_2 , MgO , TiO_2 , V_2O_5 , Nb_2O_5 , HfO_2 , Ta_2O_5 等や、他の窒化物絶縁被膜 Si_3N_4 , TiN , AlN , TaN 等にも本発明を適用することができる。

また、基板として (100) Si を用いたが、(111), (110), (211), (311) 等他の面方位の Si や同様の各種面方位の Ge , GaAs , GaP , InP , InSb , $\text{Ga}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}$ 等の他の半導体基板を用いても良い。

4. 図面の簡単な説明

図面は本発明の一実施例による方法で使用した絶縁膜形成装置の配置図である。

111 ~ 118 ... イオンビーム源

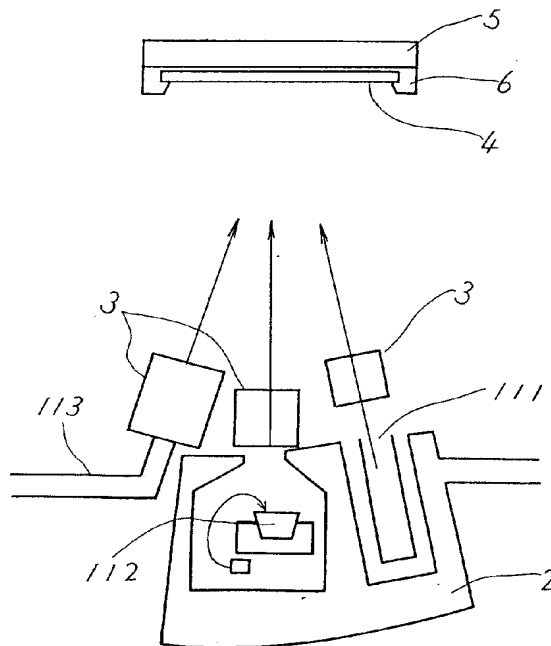
2 ... 液体窒素、シユラウド

3 ... イオン化セル

4 ... 基板

5 ... ヒータ

6 ... 基板ホルダー



(7317) 弁理士 則 近 憲 佑 (ほか1名)